

# PEMANFAATAN CITRA SATELIT RESOLUSI TINGGI, DGPS, DAN SIG UNTUK MENDETEKSI KONDISI PENGGUNAAN LAHAN DI KOTA YOGYAKARTA

Subaryono<sup>1</sup>, Harintaka<sup>2</sup>, Bilal Ma'ruf<sup>3</sup>

## ABSTRACT

*The geomatics technology, especially remote sensing technology, has developed sensors capable of producing satellite images such as "IKONOS" images with very high spatial resolution (0.6 – 1m). However, the high spatial resolution has no high values when its geometric positions are not well corrected. The combination of the use of high spatial resolution image and the DGPS will be able to produce high quality information of objects in the earth surface in terms of both the content and its geometric positions. Information about land use with such quality is very useful in support of urban planning and management.*

*This research used a high spatial resolution image "IKONOS" which was corrected using primary data obtained through the application of the DGPS (Differential Global Positioning System) in the City of Yogyakarta. The combination of both procedures (data processing of IKONOS and DGPS) has resulted in the corrected IKONOS image with higher geometric accuracy. This image was interpreted to extract information about urban land use of Yogyakarta. This information then was contrasted with the actual conditions.*

*The results show that the DGPS measurement was able to achieve sub-cm absolute accuracy. The use of the data obtained from this method in correcting the geometric positions of IKONOS image was able to achieve sub-pixel accuracy. This research applied a land classification scheme covering 9 land use classes developed by Sutanto et al. (1981) to classify the IKONOS data of Yogyakarta city. The scheme was selected because of the large volume of data and the actual land use in Yogyakarta. Spatial analysis using GIS (Geographic Information System/SIG) in this research show that there were changes in land use classes, particularly the agricultural class into the settlement class.*

**Key words:** DGPS, IKONOS, Yogyakarta City, Urban Land Use

## PENGANTAR

### Latar Belakang

Penggunaan berbagai platform citra satelit untuk pemetaan penggunaan lahan telah banyak dilakukan semenjak diluncurkannya satelit sumberdaya alam pada tahun tujuh-puluhan. Berbagai teknik telah dikembangkan untuk mengekstrak data citra satelit guna memperoleh data penggunaan lahan, termasuk lahan perkotaan (Epstein et al., 2002, dan Gluch, 2002). Metode utama untuk klasifikasi citra adalah (1) *Supervised*, dan ((2) *Unsupervised classification* (Jensen, 1996). Namun, penggunaan citra satelit resolusi spasial yang relatif kasar (15 m – 30 m) tidak dapat digunakan untuk mengidentifikasi penggunaan lahan sebagaimana disyaratkan pada data untuk keperluan perencanaan dan pengelolaan lahan perkotaan (Anggorowati, 2003; Kartesa, 2003; Rubiasih, 2003; Yulianti, 2003). Dengan dikembangkannya citra satelit resolusi tinggi, teknik-teknik yang telah dikembangkan tersebut belum tentu sesuai digunakan untuk memperoleh informasi detail daerah perkotaan. Gluch (2002) menggunakan tekstur analisis atas 2 citra yang digabungkan (*merged*), yaitu Landsat TM dan SPOT-P data.

Persyaratan titik kontrol tanah (*ground control points* = GCP) untuk pemetaan penggunaan lahan perkotaan dengan metode penginderaan jauh menjadi sangat ketat, mengingat tuntutan ketelitian geometrik yang tinggi terhadap data yang dihasilkan. GCP yang diekstrak dari peta topografi sudah cukup memadai untuk mengolah citra satelit dengan resolusi rendah, tetapi untuk citra dengan resolusi tinggi memerlukan GCP ketelitian dengan fraksi cm. Hal tersebut dilakukan dengan pengukuran GPS secara diferensial atau DGPS (Kleusberg and Teunissen, 1996).

Untuk mengolah dan mengkontraskan data hasil dari citra dan data lainnya yang terkait dengan objek-objek spasial perkotaan digunakan pendekatan *Geographic Information Systems (GIS)* atau SIG (Sistem Informasi Geografis). Dalam hal ini, SIG berguna untuk menyediakan gambaran yang lebih lengkap dari hubungan (*relationships*) antar elemen natural dan kultural dalam sistem perkotaan (Huxhold, 1991).

### Permasalahan

Berbagai kegiatan yang ada di kota Yogyakarta telah mengubah kondisi penggunaan lahan perkotaan. Fenomena tersebut memerlukan penanganan sejak

<sup>1</sup> Ir. Subaryono, MA, Ph.D. Dosen Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik UGM. E-mail: sssubar@ugm.ac.id

<sup>2</sup> Harintaka, ST, MT. Dosen Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik UGM. E-mail: harintaka@ugm.ac.id

<sup>3</sup> Bilal Ma'ruf, ST, MT. Dosen Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik UGM.

dini dan terintegrasi berbagai aspek yang berkaitan dengan pengelolaan kota seperti fisik (ruang dan infrastruktur kota), ekonomi (perdagangan, perpajakan), dan aspek sosial-budaya (pengembangan masyarakat, pelayanan pendidikan, kesehatan, dll.). Pemerintah Kota Yogyakarta sudah menyusun Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Yogyakarta (RTRWK) Periode 1994 sampai dengan 2004 yang mengakomodasi arahan peruntukkan lahan yang berdasarkan berbagai pertimbangan dan kepentingan. RTRWK diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengelola pemerintahan daerah sebagai pengendali pertumbuhan dan pengembangan kota sampai dengan tahun 2004. Bahkan, diharapkan lebih jauh lagi dapat mengeliminir atau meminimalisir permasalahan klasik yang selalu dihadapi oleh kota, yaitu: banjir, kekumuhan kota, kemacetan lalu lintas, dan ketidakcukupan fasilitas kota untuk melayani ledakan pertumbuhan penduduk seperti yang disebabkan oleh laju urbanisasi.

Dewasa ini dengan berkembangnya teknologi sensor satelit, telah dihasilkan citra satelit komersial IKONOS dengan resolusi spasial yang sangat tinggi. Berdasarkan karakteristik citra IKONOS tersebut, maka sangat perlu diteliti kegunaannya untuk mendeteksi penggunaan lahan di daerah perkotaan, khususnya kota Yogyakarta.

### Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian yang menggunakan citra satelit untuk mengidentifikasi penggunaan lahan di daerah perkotaan menunjukkan hasil yang tidak memuaskan. Hal ini disebabkan oleh penggunaan citra

satelit dengan resolusi spasial yang cukup kasar (10 – 30 m) (Anggorowati, 2003; Kartesa, 2003; Rubiasih, 2003; Yulianti, 2003). Disisi lain penggunaan citra satelit IKONOS dengan tingkat orto memerlukan dana yang cukup besar. Penelitian pemanfaatan citra IKONOS untuk keperluan pajak bumi dan bangunan dilakukan oleh Arwiyanto (2004), Djoewadi (2005), Swartoko (2005), dan Westiyani (2006). Keseluruhan penelitian tersebut mengkaji pemanfaatan citra IKONOS dari aspek informasi tematiknya saja.

### Tujuan Penelitian

1. Meningkatkan ketelitian geometrik citra satelit IKONOS tingkat geo sehingga memenuhi ketentuan ketelitian peta penggunaan lahan yang sesuai untuk RTRWK Kota Yogyakarta
2. Mengekstrak dan mengklasifikasi obyek yang ada pada citra satelit IKONOS di Kota Yogyakarta

### LANDASAN TEORI

#### Citra Satelit IKONOS

Satelit IKONOS diluncurkan pada tanggal 24 September 1999 di Vandenberg Air Force Base, California, Amerika Serikat (Space Imaging, 2002). Satelit IKONOS memiliki resolusi spasial 1 m pada mode pankromatik dan 4 m pada mode multispektral, dimana waktu pencitraan dilakukan secara serempak. IKONOS memiliki resolusi temporal yang cukup singkat, yaitu antara 1,5 sampai 3 hari. Adapun karakteristik satelit IKONOS dapat disimak pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Citra IKONOS (Space Imaging, 2002)

Elemen	Keterangan
Tanggal Peluncuran	24 September 1999 di Vandenberg Air Force Base, California
Usia operasi	Lebih dari 7 tahun
Orbit	98.1 derajat, <i>sun synchronous</i>
Kecepatan pada orbit	7.5 kilometer (4.7 mil) per detik
Kecepatan di atas tanah	6.8 kilometer (4.2 mil) per detik
Jumlah revolusi	14.7 setiap 24 jam
Waktu orbit mengelilingi bumi	98 menit
Ketinggian	681 kilometer (423 mil)
Resolusi	Nadir: 0.82 meter (2.7 feet) panchromatik 3.2 meter (10.5 feet) multispektral 26° Off-Nadir: 1.0 meter (3.3 feet) pankromatik 4.0 meters (13.1 feet) multispektral
Lebar Swath	11.3 kilometer (7.0 mil) pada nadir 13.8 kilometer (8.6 mil) pada 26° off-nadir
Waktu melewati ekuator	Sekitar jam 10:30 a.m. solar time
Waktu revisit	Sekitar 3 jam pada resolusi 1-meter, 40° L
Dynamic range	11 bits per piksel
Jumlah band	Pankromatik, R, G, B, dan NIR

IKONOS didesain untuk digunakan pada berbagai macam bidang aplikasi. Melihat karakter resolusi spasialnya yang sangat baik, beberapa aplikasi yang menggunakan citra satelit IKONOS antara lain: penentuan batas bidang, identifikasi jaringan jalan, transportasi, dan identifikasi bangunan (Transavia Informatika Pratama, 2000). Untuk menggunakan citra IKONOS pada suatu bidang aplikasi harus diperhatikan kondisi citra, dalam hal ini terkait erat dengan tingkat pengolahan dan harga.

Space Imaging (2002) menyebutkan tingkat citra IKONOS, yaitu *geo*, *standard ortho*, *reference*, *pro*, *precision*, dan *precision plus*. Faktor yang membedakan antar tingkat produk adalah ketelitian posisinya. Semakin tinggi tingkatnya maka ketelitian posisi semakin tinggi, tetapi dengan konsekuensi harga yang juga semakin mahal. Tingkat (*level*) *geo* adalah tingkatan terendah dengan karakteristik ketelitian posisi sekitar 15 m (standar CE 90). Ketelitian posisi IKONOS tingkat *geo* ini dapat ditingkatkan dengan menggunakan GCP teliti.

### Pengolahan Citra Satelit

Untuk keperluan interpretasi visual unsur topografi pada citra satelit digunakan penajaman kontras dengan perentangan kontras (*contrast stretching*). Perentangan kontras bertujuan mengoptimisasi penampilan citra menjadi 256 derajat kecerahan. Cara ini dilakukan pada semua jenis saluran citra dengan cara perentangan linier (Pohl, 1996).

Ditinjau dari sumber kesalahannya, distorsi geometrik disebabkan oleh kesalahan internal dan eksternal. Kesalahan internal lebih banyak disebabkan oleh kondisi geometrik sensor dan bersifat sistematis sedangkan kesalahan eksternal disebabkan oleh bentuk obyek dan karakter dari data tersebut. Secara tegas Pohl (1996) mengklasifikasikan distorsi geometrik citra dalam 2 golongan, yaitu distorsi yang bersifat sistematis dan random. Beberapa faktor penting yang menyebabkan distorsi geometrik yang bersifat sistematis antara lain: kelengkungan bumi, variasi tinggi permukaan tanah, dan sudut pandang perekaman (Pohl, 1996).

Umumnya sebelum citra satelit didistribusikan kepada pengguna, distorsi geometrik yang bersifat sistematis sudah dikoreksi oleh pengelola satelit. Hal ini disebabkan parameter-parameter kalibrasi hanya diketahui oleh pemilik satelit. Sumber kesalahan umum yang terjadi dan parameter koreksinya telah diketahui adalah efek kelengkungan bumi. Sinyal pantulan obyek dalam perjalanannya menuju sensor satelit dipengaruhi oleh kondisi atmosfer, dimana hal ini secara geometrik menyebabkan pergeseran bayangan obyek pada citra satelit.

Distorsi geometrik citra yang bersifat random dapat dikoreksi dengan meregistrasi citra terhadap peta (ENVI, 1994; Jensen, 1996). Ketelitian registrasi citra sangat ditentukan oleh ketelitian sumber data acuannya. Koreksi distorsi geometrik yang bersifat random umumnya menggunakan transformasi 2 dimensi dengan persamaan polinomial. Rumus transformasi affine 2D (Jensen, 1996) atau polinomial orde satu (Toutin, 1994 dalam Pohl, 1996) adalah:

$$\begin{aligned}x' &= a_0 - a_1x - a_2y \\ y' &= b_0 + b_1x + b_2y\end{aligned}\quad (1)$$

Dalam hal ini:

$x', y'$  = Posisi obyek dalam sistem koordinat citra  
 $x, y$  = Posisi obyek dalam sistem koordinat peta  
 $a_0, \dots, a_2$  = Parameter transformasi  
 $b_0, \dots, b_2$  = Parameter transformasi

Ketelitian transformasi ditentukan oleh harga RMSE (*Root Mean Square Error*). Semakin kecil RMSE-nya maka semakin teliti penentuan titik kontrol tanah di citra. Persamaan matematik untuk menghitung RMSE setiap titik kontrol adalah (Jensen, 1996):

$$RMSE = \sqrt{(x' - x)^2 + (y' - y)^2} \quad (2)$$

Dalam hal ini:

$x', y'$  = Koordinat titik yang dianggap benar  
 $x, y$  = Koordinat titik hasil hitungan

### Interpretasi Visual Untuk Pengenalan Obyek pada Citra Satelit

Identifikasi dan pengenalan obyek pada citra untuk keperluan revisi peta topografi umumnya dilakukan secara manual dengan interpretasi visual. Peta topografi memiliki unsur-unsur atau obyek penting dengan ukuran yang relatif kecil sehingga pada citra satelit SPOT Pankromatik akan tampak beberapa piksel, seperti jalan raya dan jaringan irigasi. Jika dilakukan klasifikasi secara digital unsur-unsur penting tersebut tidak terklasifikasi atau bahkan akan hilang.

Wolf (1983), JARS (1993), Lillesand and Kiefer (2000), menyatakan ada 8 kunci yang dipergunakan untuk melakukan klasifikasi obyek secara visual, yaitu bentuk, ukuran, pola, tone, bayangan, rona atau warna, tekstur dan asosiasi. Pada awalnya kunci interpretasi ini sangat cocok diterapkan pada citra foto udara pankromatik, tetapi dapat diterapkan pada citra satelit. Jika citra memiliki saluran multispektral maka dapat dibuat warna natural sehingga kenampakan obyek di citra akan sama dengan kondisi sebenarnya di permukaan bumi. Untuk membantu pengenalan

karakter dan ukuran obyek dapat digunakan teknik *filtering* dengan menggunakan filter yang sesuai. Beberapa jenis filter digunakan untuk mengekstrak titik, garis, dan sisi obyek pada citra digital.

### Penentuan Posisi dengan GPS secara Diferensial

Konsep dasar penentuan posisi dengan menggunakan GPS adalah reseksi jarak antara satelit dan receiver. Menurut Kleusberg dan Teunissen (1996), jarak antara receiver dan satelit yang diukur dengan menggunakan data fase (jarak fase) dapat ditulis sebagai berikut :

$$d_A^i(t) = \lambda(\phi_A^i(t) + N_A^i) \quad (3)$$

$$\rho_A^i(t) = \sqrt{(X_i - X_A)^2 + (Y_i - Y_A)^2 + (Z_i - Z_A)^2} \quad (4)$$

Dalam hal ini,

$d_A^i$  : jarak geometrik antara satelit ke pengamat

$\rho_A^i$  : jarak fase (ukuran) antara satelit ke pengamat

$(X_A, Y_A, Z_A)$  : posisi pengamat dalam sistem koordinat kartesian

$(X_i, Y_i, Z_i)$  : posisi satelit dalam sistem koordinat kartesian

$N_A^i$  : cycle ambiguity

$\phi_A^i$  : fase hasil ukuran

$\lambda$  : panjang gelombang sinyal GPS

Jika 2 receiver mengamati satu satelit secara simultan diperoleh 2 buah persamaan pengamatan fase *one-way* sebagai berikut :

$$\phi_{AB}^i(t) = \frac{1}{\lambda} \rho_{AB}^i(t) - N_{AB}^i - \frac{c}{\lambda} \Delta T^i(t) + \frac{c}{\lambda} \Delta T_{AB}^i(t) + \Delta\phi_{ion} + \Delta\phi_{trop} \quad (5)$$

Dalam hal ini,

$c$  : cepat rambat gelombang cahaya

$\Delta T^i$  : lama waktu perambatan sinyal GPS dari satelit ke pengamat di dasarkan pada jam satelit

$\Delta T_A$  : lama waktu perambatan sinyal GPS dari satelit ke pengamat di dasarkan pada jam receiver (pengamat)

$\phi_{ion}$  : kesalahan jarak yang disebabkan karena bias ionosfer

$\phi_{trop}$  : kesalahan jarak yang diakibatkan karena bias troposfer

Pada persamaan 5, parameter kesalahan jam satelit sudah tereliminasi sedangkan kesalahan karena atmosfer (ionosfer dan troposfer) dapat dikatakan sebagian besar tereduksi. Persamaan ini disebut persamaan pengamatan fase *single difference*.

Secara teoritik, kesalahan dan bias yang melekat pada data pengamatan GPS dengan menggunakan data fase, efek dominan kesalahan dan bias tersebut

tereduksi dan tereliminasi dengan proses pengurangan (*differential*). Konsekuensinya ketelitian posisi akan meningkat secara drastis dibandingkan dengan metode penentuan posisi absolut.

### CARA PENELITIAN

Bahan yang diperlukan untuk penelitian ini adalah:

1. Citra Satelit IKONOS tingkat geo mode Pan Sharpened rekaman di daerah Kota Yogyakarta,
2. Dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Yogyakarta Periode 1994 – 2004,

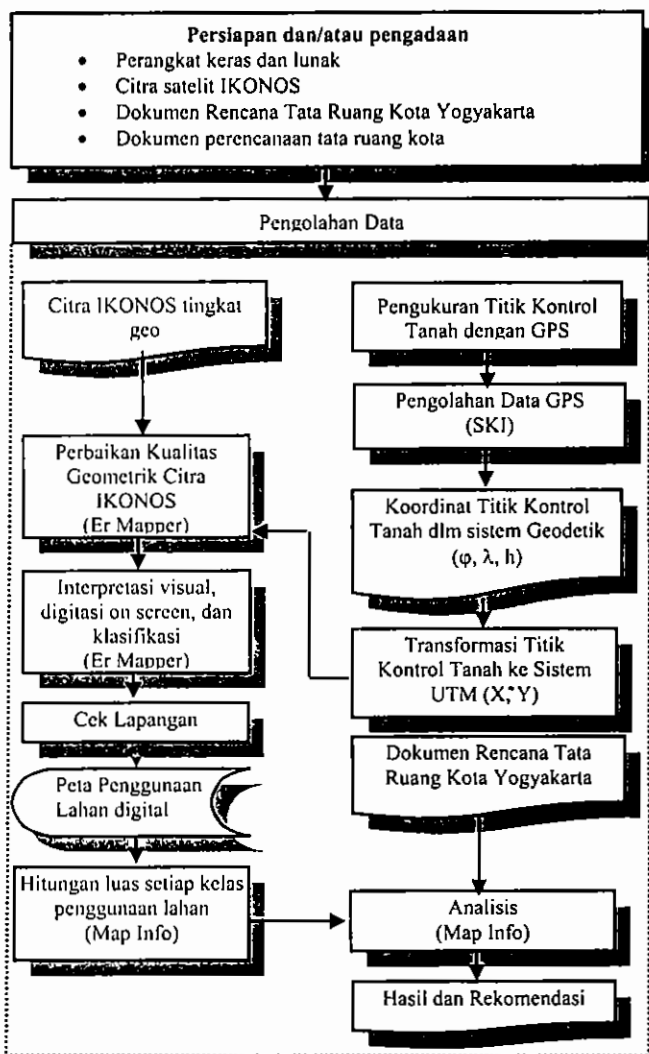
sedangkan peralatan yang digunakan adalah:

1. Komputer Pentium 4 yang dilengkapi dengan CD ROM drive,
2. Tiga set alat receiver GPS single frequency tipe Geodetik merk Laica,
3. Perangkat lunak *ER Mapper* 6.1 untuk keperluan pengolahan citra satelit,
4. Perangkat lunak *SKI* 2.30 untuk pengolahan data pengamatan GPS,
5. Perangkat lunak *Map Info* 6.0 untuk digitasi dan pembuatan/analisis SIG,
6. Perangkat lunak *Map imagery* 2.0 untuk *me-loading* data citra IKONOS sehingga dapat dibaca oleh Map Info.

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dijelaskan sebagaimana digambarkan pada Gambar 1. Prosedur pelaksanaan penelitian dilakukan dengan tahapan-tahapan (1). persiapan bahan dan materi penelitian, (2). pengamatan/pengukuran titik kontrol tanah menggunakan GPS secara radial (3). pengolahan data pengamatan GPS secara *post processing*, (4). peningkatan kualitas geometrik citra satelit IKONOS tingkat geo, (5). interpretasi visual dan ekstraksi informasi penggunaan lahan dari citra satelit IKONOS, (6). perhitungan luas setiap kelas penggunaan lahan, (7). analisis penggunaan lahan di Kota Yogyakarta dikomparasikan dengan dokumen RUTRW Kota Yogyakarta.

Pengamatan/pengukuran titik kontrol tanah menggunakan GPS dilakukan dengan distribusi yang menyebar di daerah penelitian. Adapun lokasi yang dipilih meliputi boulevard UGM, lingkaran ring road utara, ring road timur, ring road selatan, Jalan HOS Cokroaminoto, dan TVRI Stasiun Yogyakarta di JL. Magelang Km.4. Distribusi titik kontrol tanah pada citra satelit IKONOS dapat dilihat pada Gambar 2. Metode pengukuran GPS dilakukan secara radial, pengamat GPS dibagi dalam 3 tim, 1 tim yang selalu *stand by* di *reference station* yang terletak di Boulevard UGM dan 2 tim sebagai *rover* yang mengamati GPS secara *mobile* di titik yang akan

ditentukan posisinya yaitu disekitar ring road utara, ring road timur, ring road selatan, JL HOS Cokromatinoto, dan di JL Magelang. Lama waktu yang diperlukan oleh setiap *rover* untuk melakukan pengamatan GPS adalah 30 menit dengan *sampling rate*. Diharapkan dengan alokasi waktu tersebut sudah dapat diperoleh konstelasi dan data ephemeris satelit GPS yang cukup teliti.



Gambar 1. Pelaksanaan Penelitian

Pengolahan data pengamatan GPS secara *post processing* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SKI 2.30. Prosedur pengolahannya terdiri dari 2 tahap, yaitu tahap *editing* data, pengolahan dan transformasi koordinat. Tahap *editing* data dilakukan agar data pengamatan GPS tersebut siap digunakan untuk proses pengolahan, sedangkan tahap pengolahan digunakan untuk mendapatkan posisi definitif titik kontrol tanah. Tahap pengolahan ini meliputi pengolahan *absolute positioning* yang fungsinya

sebagai koordinat pendekatan dan pengolahan secara diferensial untuk mendapatkan posisi definitif titik-titik kontrol tanah tersebut. Hasil akhir dari tahap pengolahan adalah koordinat titik kontrol tanah dalam sistem geodetik dan tingkat ketelitiannya. Tahap akhir dari proses pengolahan data GPS adalah melakukan transformasi koordinat titik-titik kontrol tanah dari sistem koordinat geodetik ke sistem koordinat UTM.

Peningkatan kualitas geometrik citra satelit IKONOS tingkat geo dilakukan dengan menggunakan 10 buah titik kontrol tanah hasil pengamatan GPS. Pada penelitian ini koreksi geometri menggunakan transformasi polinomial orde 1 dan metode resamplingnya menggunakan *nearest neighbor*. Perlu diperhatikan bahwa ketelitian koreksi geometrik sangat ditentukan oleh titik kontrol tanahnya. Untuk itu pemilihan titik kontrol tanah dilakukan dengan sangat hati-hati. Teknis operasional koreksi geometrik menggunakan perangkat lunak Er Mapper.

Sebelum dilakukan ekstraksi informasi tematik penggunaan lahan di Kota Yogyakarta, terlebih dahulu harus ditentukan skema klasifikasi yang dipergunakan. Pada penelitian ini dipergunakan skema klasifikasi yang dikembangkan oleh Sutanto, et al (1981). Untuk pengenalan obyek dipergunakan cara interpretasi visual dengan menggunakan kunci interpretasi dan ekstraksi informasi penggunaan lahan menggunakan cara digitasi secara langsung dimonitor. Hal ini dilakukan karena dari beberapa penelitian pendahuluan, penggunaan *digital classification* untuk daerah yang sangat heterogen (seperti daerah Kota Yogyakarta) dan menggunakan citra satelit resolusi tinggi, justru menyebabkan informasi yang penting (antara lain: jaringan jalan) tidak dapat terdeteksi.

Perhitungan luas setiap kelas penggunaan lahan dilakukan setelah semua obyek yang nampak pada IKONOS sudah terklasifikasi. Sebelum dilakukan perhitungan luas, terlebih dahulu dilakukan pengecekan hasil digitasi dengan cara melakukan analisis SIG yaitu *overlay* citra IKONOS terhadap kelas penggunaan lahan di Kota Yogyakarta memakai perangkat lunak Map Info.

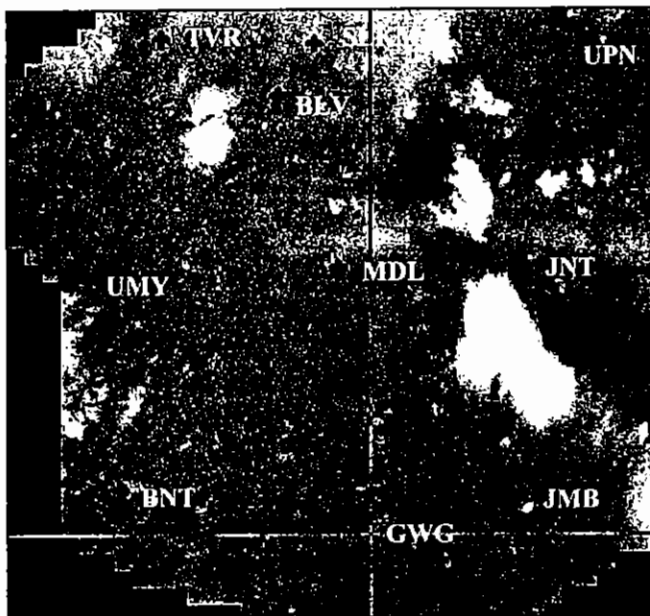
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Titik kontrol tanah digunakan sebagai titik kontrol untuk koreksi geometris citra. Titik kontrol tanah (GCP) diperoleh dengan melakukan pengukuran menggunakan GPS metode radial. Data hasil pengukuran GPS selanjutnya diolah untuk mendapatkan koordinat dan ketelitian titik kontrol tanah tersebut. Hasil pengolahan dan ketelitian koordinat titik kontrol tanah disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Koordinat Titik Kontrol Tanah Hasil Pengolahan dan Ketelitiannya dalam Sistem Koordinat Geodetik

No	Titik	Koordinat Titik Kontrol Tanah					
		Latitude	SLat	Longitude	Slon	Height	sH
1	BLV	7 46 25,93721 S	Fix	110 22 36,43786 E	Fix	156,8661 m	Fix
2	BNT	7 49 40,23221 S	0,0008 m	110 21 22,09379 E	0,0011 m	105,2472 m	0,0021 m
3	JMB	7 49 42,58501 S	0,0008 m	110 24 29,77517 E	0,0011 m	104,0656 m	0,0027 m
4	JNT	7 47 49,68217 S	0,0007 m	110 24 39,18253 E	0,0008 m	132,1495 m	0,0018 m
5	MNDL	7 47 51,10136 S	0,0006 m	110 23 4,32234 E	0,0008 m	131,3132 m	0,0024 m
6	SLKM	7 46 0,12797 S	0,0006 m	110 22 53,80609 E	0,0008 m	166,4289 m	0,0015 m
7	TVRI	7 45 57,22684 S	0,0007 m	110 21 41,99804 E	0,0008 m	163,1790 m	0,0022 m
8	UMY	7 47 57,02331 S	0,0006 m	110 21 7,65476 E	0,0006 m	128,3165 m	0,0019 m
9	UPN	7 45 50,24328 S	0,0017 m	110 25 19,66232 E	0,0014 m	173,9024 m	0,0027 m
10	GWG	7 50 2,50720 S	0,0021 m	110 23 18,85121 E	0,0013 m	099,9236 m	0,0069 m

Dari Tabel 2, dapat dilihat bahwa seluruh koordinat titik kontrol tanah hasil pengolahan *baseline* memiliki ketelitian dalam fraksi milimeter. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa simpangan baku minimum terdapat pada titik UMY dengan standar deviasi 0,0006 m untuk lintang, 0,0006 m untuk bujur, dan 0,0019 m untuk tingginya. Standar deviasi maksimum terdapat pada titik GWG dengan standar deviasi 0,0021 m untuk lintang, 0,0013 m untuk bujur, dan 0,0069 m untuk tingginya. Ketelitian posisi hasil pengolahan di atas dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: metode penentuan posisi yang digunakan, geometri dan distribusi dari satelit yang diamati, ketelitian data yang digunakan, dan metode pengolahan data yang diterapkan.



Gambar 2. Distribusi Titik Kontrol Tanah Pada Citra IKONOS Komposit.

Dalam penelitian ini koreksi geometri dilakukan dengan data acuan berupa titik-titik kontrol tanah hasil

pengukuran GPS menggunakan metode *differential baseline* radial. Metode yang digunakan dalam transformasi koordinat adalah fungsi polinomial orde satu. Interpolasi nilai spektral (*resampling*) menggunakan metode tetangga terdekat (*nearest neighbour*), dengan pertimbangan tidak merubah piksel. Dalam penelitian ini digunakan 10 titik sekutu dengan distribusi yang merata di seluruh daerah penelitian, seperti pada Gambar 2.

Adapun titik kontrol tanah dan besarnya residu pada setiap titik kontrol tanah dapat dilihat pada Tabel 3. Dari 10 titik kontrol diperoleh jumlah nilai residu rata-rata sebesar 0,402 piksel atau 0,402 m. Nilai RMS yang dapat diterima adalah kurang dari 0,5 piksel (Jansen, 1996) sehingga hasil RMS rata-rata sebesar 0,402 m telah memenuhi persyaratan tersebut.

Tabel 3. Daftar Titik Kontrol Tanah dan Harga RMSE

No	Titik	Koordinat Citra (piksel)		Koordinat Peta (m)		RMSE (m)
		Baris	Kolom	X	Y	
1	BLV	3899,87	1306,20	431283,950	9140650,323	0,70
2	MDL	4761,73	3907,84	429015,942	9134680,049	0,36
3	JNT	7664,73	3861,83	434763,846	9134616,236	0,53
4	UPN	8893,11	212,62	435047,101	9138083,893	0,79
5	JMB	7388,08	7311,28	432141,837	9138036,166	0,44
6	SLKM	4429,01	517,47	431814,770	9141443,708	0,39
7	TVRI	2229,84	431,41	429615,168	9141529,543	0,27
8	UMY	1190,30	4092,36	428568,868	9137848,956	0,09
9	BNT	1642,16	7245,74	436281,882	9141753,569	0,68
10	GWG	5219,04	7922,41	432592,676	9134001,315	0,29

#### Penentuan Skema Klasifikasi Penggunaan Lahan

Skema klasifikasi yang dipergunakan pada penelitian ini mengadopsi pada skema klasifikasi penggunaan lahan yang telah dikembangkan oleh Sutanto, dkk (1981). Skema klasifikasi penggunaan lahan dikategorikan dalam bagian:



1. Pemukiman, dengan ciri: pola teratur dan ada beberapa yang mempunyai pola khusus, misalnya rumah bangsawan di kraton.
2. Perdagangan, yang terdiri dari: pasar, pusat perbelanjaan, pertokoan, rumah makan, dan apotik
3. Pertanian, yang terdiri atas persawahan, tegalan, perkebunan bibit yang secara administrasi masih masuk dalam wilayah administrasi Kota Yogyakarta.
4. Industri, yang terdiri dari pabrik-pabrik
5. Transportasi, yang berupa jalan raya dengan berbagai kelas, rel KA (Kereta Api), stasiun
6. Jasa, yang terdiri atas kelembagaan (antara lain: perkantoran, bank, rumah sakit, dan sekolah), non kelembagaan (antara lain: bengkel, tailor, dan rumah praktek dokter, rumah praktek pengacara)
7. Rekreasi, yang terdiri atas lapangan olah raga, gedung olah raga, stadion, kebun binatang, kolam renang, gedung pertunjukan/kesenian
8. Tempat ibadah, antara lain masjid, gereja
9. Lain-lain, yang dapat berupa tempat pemakaman umum dan lahan kosong

#### Identifikasi dan Digitasi Penggunaan Lahan Pada Citra IKONOS

Pada penentuan skema klasifikasi penggunaan lahan diperlukan kunci interpretasi. Dalam teknis operasional, identifikasi obyek untuk klasifikasi bukanlah suatu pekerjaan yang mudah. Sering ditemukan, suatu obyek yang dapat dikategorikan dalam kelas-kelas yang berbeda, misalnya: kawasan Malioboro dapat dikategorikan sebagai kawasan perdagangan, jasa, atau rekreasi, sehingga diperlukan suatu panduan yang jelas. Dalam penelitian ini, faktor yang paling dominan yang dipakai untuk menentukan jenis kelas penggunaan lahan tersebut. Pada penelitian ini, citra IKONOS dikategorikan dalam 9 kelas penggunaan lahan. Adapun 9 kelas tersebut meliputi: (1). pemukiman, (2). perdagangan, (3). pertanian, (4). industri, (5). transportasi, (6). jasa, (7). rekreasi, (8). tempat ibadah, dan (9). lain-lain/lahan kosong.

#### Penggunaan Lahan di Kota Yogyakarta

Berdasarkan skema klasifikasi yang dipakai, maka dapat disajikan penggunaan lahan pada status Juni 2001 di Yogyakarta. Dengan memanfaatkan teknologi SIG, hasil identifikasi dan delineasi penggunaan lahan di Kota Yogyakarta tersebut dapat dihitung luasnya. Tabel 4 menyajikan luas setiap kelas penggunaan lahan di Kota Yogyakarta. Berdasarkan interpretasi penggunaan lahan dari citra IKONOS luas Kota Yogyakarta adalah 77.206.768,14 m<sup>2</sup> sedangkan berdasarkan hasil statistik perangkat lunak pengolahan

citra Er Mapper, citra IKONOS memiliki luas 78.240.478 m<sup>2</sup>. Perbedaan luas yang cukup besar ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor: (1). Ada beberapa area di pinggir citra IKONOS yang tidak dapat diinterpretasi penggunaan lahannya (pada IKONOS terlihat hitam pekat), dan (2). Luas jalan dan sungai belum dihitung.

Tabel 4. Luas Masing-Masing Kelas Penggunaan Lahan

No	Penggunaan Lahan	Luas Total (m <sup>2</sup> )
1	Jasa	6.139.175,61
2	Lahan Kosong	20.680,87
3	Industri	422.956,60
4	Rekreasi	4.375.998,96
5	Ibadah	24.844,32
6	Pemukiman	38.461.701,03
7	Perdagangan	8.358.545,17
8	Pertanian	19.402.865,58
Jumlah Luas		77.206.768,14

Pengecekan di lapangan menunjukkan adanya perubahan penggunaan lahan di daerah pinggiran kota, sedangkan di dalam kota relatif tetap. Perubahan tersebut terutama di sekitar jalur ring road, dari kelas pertanian menjadi pemukiman atau perdagangan.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

1. Ketelitian geometrik citra satelit IKONOS tingkat geo dapat ditingkatkan dengan menggunakan titik kontrol tanah hasil pengamatan metode DGPS. Hal ini terlihat dari jumlah nilai rerata residu yang besarnya 0,4 piksel (di bawah 0,5 piksel)
2. Dari citra satelit IKONOS dapat diekstrak 9 kelas penggunaan lahan, yaitu pemukiman, perdagangan, pertanian, industri, transportasi, jasa, rekreasi, tempat ibadah, dan lain-lain/lahan kosong. Pengecekan lapangan menunjukkan terjadi perubahan penggunaan lahan di daerah pinggiran kota, yaitu dari kelas pertanian menjadi pemukiman atau jasa.

##### Saran

1. Skema klasifikasi penggunaan lahan dari citra satelit IKONOS perlu dibuat lebih detail, misalnya identifikasi dan delineasi dengan unit spasial persil atau obyek, sehingga dapat digunakan untuk keperluan manajemen kota secara detail.

2. Untuk keperluan manajemen kota secara detail (sesuai dengan saran 1), dapat di tambahkan data infrastruktur yang detail dengan unit spasial persial.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Lembaga Penelitian UGM yang telah memberikan kesempatan penggunaan dana penelitian melalui Anggaran Dana Masyarakat Universitas Gadjah Mada berdasarkan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian No. 2588/P.II/LPN/2003 tertanggal 2 Juni 2003 serta Ir. Aryono Prihandito, Dip.C., M.Sc atas koreksi dan saran-sarannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggorowati, N., 2003, *Kajian Penggunaan Data Citra Satelit ASTER Untuk Pemetaan Penggunaan Lahan di Wilayah Pesisir (Studi Kasus di Daerah Pantai Selatan DIY)*, Skripsi, Jurusan Teknik Geodesi FT-UGM, Yogyakarta
- Arwiyanto, A., 2004, *Penentuan Citra Satelit IKONOS untuk Penentuan Prioritas Pendataan PBB di Kota Semarang*, Tesis Magister Teknik Geomatika, Sekolah Pascasarjana UGM
- ENVI, 1994, *The Environment for Visualizing Images: ENVI User's Guide*, Version 1.1, Research System, Boulder CO 80301.
- Djoewadi, S., 2005, *Pemanfaatan Citra IKONOS untuk Mengidentifikasi Jenis Penggunaan Lahan bagi Kepentingan PBB*, Tesis Magister Teknik Geomatika, Sekolah Pascasarjana UGM
- Epstein, J., Payne, K., and Kramer, E., 2002, *Techniques for Mapping Urban Sprawl*, PE & RS Journal, Vol 68., Number 9.
- Gluch, R., 2002, *Urban Growth Detection Using Texture Analysis on Merged Landsat TM and SPOT-P Data*, PE & RS Journal, Vol 68., Number 12.
- Huxhold, W, E., 1991. *An Introduction to Urban Geographic Information Systems*. Oxford University Press, New York.
- JARS, 1993, *Remote Sensing Note*, Japan Association on Remote Sensing, Nihon Printing Co. Ltd, Japan.
- Jensen, J. R., 1996, *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*, Second Edition, Prentice Hall Inc., New Jersey, USA
- Kartesa, K., 2003, *Pembuatan Peta Penggunaan Lahan Kabupaten Bantul Menggunakan Citra Satelit Landsat 7 ETM+ Tahun 2000*, Skripsi, Jurusan Teknik Geodesi FT-UGM, Yogyakarta
- Kleusberg, A., and Teunissen, P. J. G., 1996, *GPS for Geodesy*, Springer-Verlag Berlin, Germany
- Lillesand and Kiefer, 2000, *Remote Sensing and Image Interpretation*, 4<sup>th</sup> Edition, John Wiley and Sons
- Pohl, C., 1996, *Geometric Aspects of Multisensor Image Fusion for Topographic Map Updating in The Humid Tropics*, Ph.D. Dissertation, ITC Publication No. 39, ITC
- Rubiasih, A., 2003, *Pembuatan Peta Penggunaan Lahan Kabupaten Kulon Progo Menggunakan Citra Satelit Landsat 7 ETM+ Tahun 2000*, Skripsi, Jurusan Teknik Geodesi FT-UGM, Yogyakarta
- Space Imaging, 2002, *IKONOS Imagery Products and Product Guide*, Space Imaging Inc., Colorado, 80241, USA
- Swartoko, 2005, *Kajian Penggunaan Citra Satelit IKONOS dan Quick Bird untuk Kepentingan Pemeliharaan Basis Data SISMOP (Studi Kasus di KP PBB Bandung Satu)*, Tesis Magister Teknik Geomatika, Sekolah Pascasarjana UGM
- Sutanto, Gunadi, Gunawan, T, 1981, *Penggunaan Foto Udara Untuk Pembuatan Peta Penggunaan Lahan Kota Kotamadya Yogyakarta*, Publikasi No. 3 SE 2, Puspici UGM
- Transavia Informatika Pratama, PT, 2000, *Pemodelan Dinamis Dengan SIG Untuk Pengembangan Wilayah Berwawasan Lingkungan*, Seminar Nasional, Aula Timur ITB, Bandung.
- Westiyani, W., 2006, *Identifikasi Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Citra IKONOS Tahun 2000 dan Quick Bird Tahun 2003 untuk Pemeliharaan Basis Data Pajak Bumi dan Bangunan (Studi Kasus Kelurahan Giwangan, Umbulharjo, Yogyakarta)*, Tesis Magister Teknik Geomatika, Sekolah Pascasarjana UGM
- Wolf, P.R., 1983, *Elements of Photogrammetry*, 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Yulianti, I., 2003, *Pembuatan Peta Penggunaan Lahan Kabupaten Sleman Menggunakan Citra Satelit Landsat 7 ETM+ Tahun 2000*, Skripsi, Jurusan Teknik Geodesi FT-UGM, Yogyakarta.